



REC'D 28 OCT 2003

WIPO PCT

REC'D 28 OCT 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 45 343.8

Anmeldetag: 27. September 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Elektrischer Kontakt

IPC: H 01 R 13/03

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Scholz

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

5 R. 302895
11.09.2002

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10
Elektrischer Kontakt

15 Stand der Technik

Die Erfindung geht von einem elektrischen Kontakt, insbesondere einem elektrischen Kontakt eines Steckverbinders, gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art aus.

20 Ein derartiger elektrischer Kontakt ist aus der Praxis bekannt und kommt beispielsweise im Automotive-Bereich zum Einsatz.

25 Ein solcher elektrischer Kontakt umfaßt ein metallisches Substrat, das üblicherweise aus einer Legierung auf Kupferbasis, wie CuSn4 - Bronze, CuNiSi oder dergleichen, besteht und auf dem eine Kontaktschicht aus Zinn angeordnet ist.

30 Die Kontaktschicht kann eine feuerverzinnnte oder galvanisch abgeschiedene Schicht sein, die eine Dicke von wenigen Mi-

krometern aufweist. An der Grenzfläche zu dem Substrat bildet sich bei Einsatz einer Zinnkontaktschicht durch Diffusion eine Zwischenschicht aus, die aus intermetallischen Verbindungen, wie CuSn_4 , Cu_5Sn_6 , besteht. Die Zwischenschicht ist härter als die Kontaktschicht und kann temperaturbedingt wachsen.

Zinn bzw. eine Zinnlegierung zeichnet sich durch eine hohe Duktilität sowie durch eine gute elektrische Leitfähigkeit aus. Zinnlegierungen bzw. -schichten haben jedoch den Nachteil, daß sie aufgrund ihrer geringen Härte und des daraus resultierenden geringen Verschleißwiderstandes bei häufigen Steckvorgängen oder durch fahrzeug- bzw. motorbedingte Vibrationen zu Durchrieb neigen, was zu verstärkter Oxidation, der sogenannten Reibkorrosion, führt. Der Durchrieb und/oder die Reibkorrosion können wiederum zu einem Ausfall einer dem betreffenden Kontakt zugeordneten, elektrischen Komponente eines Kraftfahrzeuges, beispielsweise eines Sensors, eines Steuergeräts oder dergleichen, führen.

Bei derartigen Zinn- bzw. Zinnlegierungsschichten ist es weiter nachteilig, daß die Steckkräfte für viele Anwendungsfälle zu hoch sind, da diese Kontaktschichten eine hohe Adhäsionsneigung sowie eine hohe plastische Verformbarkeit aufweisen.

Des weiteren ist aus der Praxis eine auf Zinn-Basis hergestellte, auch ThermoZinn genannte Kontaktschicht eines elektrischen Kontakts bekannt, die vollständig aus intermetallischen Phasen besteht und durch Warmauslagerung hergestellt wird. Es hat sich jedoch gezeigt, dass ThermoZinn

nur eine beschränkte Einsetzbarkeit aufweist, was sich insbesondere auf der Grundlage chemischer Tests und Abrasionstests ermitteln läßt.

5 Ferner werden bisher bei elektrischen Kontakten als Kontaktschicht auch häufig AuCo-Legierungen mit Unternickelung, Silber-Schichten mit Unterkupferung oder Unternickelung oder auch Goldschichten eingesetzt.

10 Insbesondere Oberflächen bzw. Kontaktschichten auf der Basis von Silber, aber auch von Zinn, neigen zur Kaltverschweißung aufgrund von Adhäsion und sind in Selbstpaarungen durch hohe Reibwerte gekennzeichnet.

15 Auch bei bisher bei elektrischen Kontakten eingesetzten Silber- oder Goldschichten kann es bei einem Schichtdurchrieb oder aufgrund von Abplatzern der Schicht zu oxidativen Verschleißvorgängen des Substrats oder auch einer als Hafts-
20 schicht dienenden Zwischenschicht, die häufig aus Kupfer oder Nickel besteht, kommen.

Vorteile der Erfindung

25 Der elektrische Kontakt nach der Erfindung, mit einem metallischen Substrat, auf dem eine Kontaktschicht aufgebracht ist, welche mit einer Gefügestrukturierung ausgebildet ist, hat den Vorteil eines optimierten tribologischen Verhaltens, da dieses durch die Gefügestrukturierung ein-
30 stellbar ist. Insbesondere ist es möglich, durch eine geeignete Gefügestrukturierung der Kontaktschicht einen elek-

trischen Kontakt mit reduzierten Reibwerten und einem erhöhten Verschleißwiderstand herzustellen.

Wie üblich, weist die Kontaktschicht des elektrischen Kontaktes nach der Erfindung eine Schichtdicke zwischen 1 μm und 6 μm auf. Die Gefügestrukturierung liegt dann bevorzugt in dem Bereich zwischen 1 nm und 1 μm , so daß es sich um eine sogenannte Nanostrukturierung handelt.

Das Substrat des elektrischen Kontaktes nach der Erfindung kann ein üblicherweise bei Steckverbindungen im Automotive-Bereich eingesetztes Substrat, beispielsweise eine Legierung auf Kupferbasis, wie CuSn4-Bronze, CuNiSi oder dergleichen, sein. Alternativ könnte auch ein Substrat aus einer Legierung auf Nickelbasis eingesetzt werden.

Nach einer speziellen Ausführungsform des elektrischen Kontaktes nach der Erfindung ist die Gefügestrukturierung derart ausgebildet, daß Teilchen einer Größe zwischen 1 nm und 1 μm in einer Matrix der Kontaktschicht verteilt bzw. dispergiert sind. Damit liegt eine sogenannte Festkörperdispersion oder auch Nanodispersion vor. Die Nanodispersion läßt sich nach einem galvanischen Verfahren herstellen. Die Teilchen können in kristalliner oder amorpher Form in der kristallinen oder amorphen Matrix dispergiert sein.

Die Teilchengröße der in der Matrix dispergierten Teilchen, deren Anteil an der Matrix vorzugsweise zwischen 1 Vol.-% und 50 Vol.-% beträgt, liegt vorteilhaft in dem Bereich zwischen 20 nm und 200 nm. Derartige Teilchengrößen erweitern sich hinsichtlich der elektrischen und mechanischen Ei-

genschaften als ideal bei Kontaktschichten einer Dicke zwischen $1\text{ }\mu\text{m}$ und $6\text{ }\mu\text{m}$.

5 Durch das Einbringen der Nanodispersion in die Matrix der Kontaktschicht kann die Lebensdauer, speziell die Steckzyklenzahl und/oder der Reibkorrosionswiderstand des elektrischen Kontaktes erhöht werden.

10 So läßt sich durch Einbringen von Teilchen, deren Härte höher als diejenige der Matrix ist, die Festigkeit und Härte der Kontaktschicht steigern. Derartige Teilchen sind z. B. aus Al_2O_3 gebildet, die in einer Matrix aus beispielsweise Zinn oder Silber dispergiert sind. Alternativ können auch Teilchen eingesetzt werden, die aus Yttriumoxid, Zirkonoxid, Titanaluminide, Titannitride, Ruthenium-Legierungsphasen und/oder dergleichen bestehen. Das Einbringen elektrisch leitender Phasen wie Titannitride oder Ruthenium-Legierungsphasen als in der Matrix dispergierte Teilchen hat den Vorteil, daß die elektrischen Eigenschaften der
15 Kontaktschicht nicht gestört werden.
20

Die in der Matrix, insbesondere einer Silbermatrix, dispergierten Teilchen können aber auch von einem Festschmierstoff gebildet sein. Ein derartiger Festschmierstoff besteht beispielsweise aus Graphit oder auch aus MoS_2 und
25 führt zu einer Verringerung der Reib-/Steckkräfte, die zum Verbinden des elektrischen Kontakts mit einem Gegenkontakt aufgebracht werden müssen.

Bei einer alternativen Ausführungsform des elektrischen Kontaktes nach der Erfindung sind die dispergierten Teilchen Mikro-Ölkapseln.

- 5 Die Mikroölkapseln, die mikroskopisch kleine Schmierstoffkapseln darstellen und bei einem galvanischen Prozeß in die Matrix eingebracht werden können, enthalten vorzugsweise einen tribologisch wirksamen Schmierstoff mit Antioxidantien und/oder antiadhäsiven Additiven und sind beispielsweise
- 10 von einer Polymerhaut begrenzt. Die Antioxidantien und antiadhäsiven Additive werden bei einem derartigen Kontakt dort freigesetzt, wo die höchsten Oberflächenbeanspruchungen bei einem Steckvorgang oder bei Mikrobewegungen aufgrund von Schüttelbeanspruchungen vorliegen. Die die Ölkapseln begrenzenden Polymerhäute schmelzen bei einer kurzzeitigen Wärmeeinwirkung, die beispielsweise bei einer Erhöhung der Temperatur auf etwa 100 °C bis 200 °C vorliegt,
- 15 auf.
- 20 Eine homogene Verteilung der Mikro-Ölkapseln in der Matrix kann durch sogenanntes Ultraschallaufwirbeln oder auch durch andere geeignete strömungstechnische Maßnahmen erreicht werden.
- 25 Alternativ kann das Einbringen der Ölkapseln bzw. Ölkavitäten durch Aufschmelzen einer feuerverzinneten Oberfläche in einem Ölbad oder nach einem galvanischen Verfahren erfolgen. In diesem Fall weisen die Ölkapseln keine Polymerhäute auf.

Die in die Matrix eingebrachten Mikro-Ölkapseln stellen in dem Gefüge kohlenstoffhaltige Inseln dar und bewirken eine Optimierung der Reib-/Steckkräfte, eine Verlängerung der Schichtlebensdauer sowie eine Erhöhung des Reibkorrosionswiderstands.

Als Matrix für die Mikro-Ölkapseln kann bei einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung insbesondere Zinn oder Silber dienen.

Bei einer weiteren Ausführungsform des elektrischen Kontakts nach der Erfindung ist die Gefügestrukturierung aus einem Multilayer-Schichtsystem gebildet, das aus aufeinanderfolgenden Schichten mit wechselndem Chemismus besteht. Auch durch ein derartiges Multilayer-Schichtsystem können die Reibwerte der Kontaktschicht reduziert werden und deren Verschleißwiderstand erhöht werden.

Beispielsweise handelt es sich bei dem Multilayer-Schichtsystem um eine Kontaktschicht, die auf der Basis von Gold oder von Silber hergestellt ist, wie beispielsweise ein Gold/Kobalt-Schichtsystem oder auch ein Silber/Indium-Schichtsystem. Die einzelnen Schichten des Multilayer-Schichtsystems bestehen jeweils aus einer Legierung aus beispielsweise diesen Elementen, wobei der Anteil der einzelnen Elemente von Schicht zu Schicht differiert. Denkbar ist es aber auch, ein Gold/Silber-Schichtsystem als Kontaktschicht auszuwählen, wobei sich der Gold- bzw. Silberanteil von Schicht zu Schicht des Schichtsystems ändert. Beispielsweise handelt es sich um eine ABABA...-Schichtfolge.

Zur Verbesserung der Kontaktierung zwischen dem elektrischen Kontakt und dessen Gegenkontakt kann die Kontaktschicht zumindest bereichsweise eine Edelmetall-Deckschicht aufweisen. Die Edelmetall-Deckschicht weist bevorzugt eine Dicke zwischen 0,1 μm und 0,3 μm auf und stellt damit eine sogenannte "Flash"-Schicht dar. Als Edelmetalle für die "Flash"-Schicht eignen sich insbesondere Ruthenium, Gold, Platin und/oder Palladium.

Die Herstellung der Kontaktschicht des elektrischen Kontakts nach der Erfindung erfolgt bevorzugt nach galvanischen Verfahren.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen des Gegenstandes nach der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

Vier Ausführungsbeispiele des elektrischen Kontakts nach der Erfindung sind in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 einen Schnitt durch eine erste Ausführungsform eines elektrischen Kontakts;

Figur 2 einen Schnitt durch eine zweite Ausführungsform eines elektrischen Kontakts;

Figur 3 einen Schnitt durch eine dritte Ausführungsform eines elektrischen Kontakts; und

Figur 4 einen Schnitt durch eine vierte Ausführungsform eines elektrischen Kontakts.

5 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist schematisch eine Oberfläche eines elektrischen Kontaktes 10 dargestellt, der ein Kontakt eines Steckverbinders ist, der bei einem Automobil zum Einsatz kommt.

Der elektrische Kontakt 10 umfaßt ein Substrat 11, das aus einer Legierung auf Kupferbasis, wie CuSn4, CuNi2Si oder dergleichen, hergestellt ist. Die Dicke des Substrats 11 beträgt zwischen 0,1 mm und 0,5 mm.

Auf dem Substrat 11 ist eine Kontaktschicht 12 angeordnet, die nach einem galvanischen Verfahren aufgebracht ist. Die Kontaktschicht 12 hat eine Schichtdicke zwischen etwa 1 μm und 3 μm und weist eine aus Zinn bestehende Matrix 13 auf. In der Matrix 13 sind aus Aluminiumoxid Al_2O_3 bestehende, harte Teilchen 14 verteilt bzw. "dispergiert", die eine Teilchengröße zwischen 20 nm und 200 nm aufweisen. Die Kontaktschicht 12 stellt mithin eine Festkörper-Nanodispersion dar.

In Figur 2 ist prinzipmäßig ein elektrischer Kontakt 20 dargestellt, der ebenfalls ein Kontakt eines Steckverbinders ist, der zum Einsatz bei einem Automobil ausgelegt ist.

Entsprechend dem elektrischen Kontakt nach Figur 1 umfaßt der elektrische Kontakt 20 ein Substrat 11, das aus einer Legierung auf Kupferbasis hergestellt ist.

5 Das Substrat 11 des elektrischen Kontakts 20 ist mit einer Kontaktschicht 22 versehen, die eine Matrix 23 aus Silber aufweist. In der Silbermatrix 23 sind Graphit-Teilchen 24, sogenannte Graphit-Flakes, homogen verteilt. Die Graphit-Flakes 24 dienen als Festschmierstoff und haben eine Teil-
10 chengröße zwischen 1 μm und 1 nm. Die Graphit-Flakes können in Plättchenform vorliegen und ein Längen/Dicken-Verhältnis von etwa 2 bis 50 aufweisen und/oder auch jede andere beliebige Form, beispielsweise eine globulare Form, aufweisen.

15 In Figur 3 ist ein elektrischer Kontakt 30 dargestellt, der ebenfalls ein Kontakt eines Steckverbinders ist, der zum Einsatz bei einem Automobil ausgelegt ist.

20 Entsprechend dem elektrischen Kontakt nach Figur 1 umfaßt der elektrische Kontakt 30 ein Substrat 11, das aus einer Legierung auf Kupferbasis hergestellt ist. Jedoch ist das Substrat 11 des elektrischen Kontakts 30 hier mit einer Kontaktschicht 32 versehen, die eine Matrix 33 aus Silber
25 aufweist, in der Ölkapseln 34 verteilt bzw. dispergiert sind. Der Durchmesser der Ölkapseln 34 ist kleiner als 1 μm , liegt mithin im Sub- μm -Bereich. Die Ölkapseln enthalten einen tribologisch wirksamen Schmierstoff mit Antioxidantien und antiadhäsiven Additiven sowie eine Polymerhaut, welche
30 bereits bei kurzzeitiger Wärmebeanspruchung aufschmilzt. Durch die Schmierstoffkapseln 34 lassen sich die

Reib-/Steckkräfte, die bei Verbindung des elektrischen Kontakts 20 mit einem Gegenkontakt auftreten, reduzieren.

5 In Figur 4 ist ein elektrischer Kontakt 40 dargestellt, der ebenfalls ein Kontakt eines Steckverbinders ist, der bei einem Automobil zum Einsatz kommt.

10 Bei dem elektrischen Kontakt 40 ist auf einem Substrat 11, welches den Substraten der Ausführungsbeispiele nach den Figuren 1 bis 3 entspricht und mithin aus einer Legierung auf Kupferbasis besteht, ein Multilayer-Schichtsystem 42 angeordnet, das aus einer Vielzahl von Schichten besteht, deren Dicke im Nanometerbereich liegt. Die einzelnen Schichten unterscheiden sich durch ihren Chemismus und
15 stellen jeweils eine Silber/Indium-Legierung dar, wobei sich der Silber- bzw. Indiumanteil von Schicht zu Schicht ändert. Das Schichtsystem 42 hat hier eine A-B-A-B...-Schichtfolge, wobei A und B jeweils für eine Silber/Indium-Legierung mit einer bestimmten Zusammensetzung stehen.

20 An der Oberseite der Kontaktschicht 42 ist bei dieser Ausführung eine als Deckschicht ausgebildete, sogenannte "Flash"-Schicht 43 aus Ruthenium oder Gold angeordnet. Die Deckschicht 43 weist vorliegend eine Dicke von etwa 0,1 μm
25 auf.

11.09.2002

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

1. Elektrischer Kontakt, insbesondere ein elektrischer Kontakt eines Steckverbinders, mit einem metallischen Substrat (11), auf dem eine Kontaktschicht (12, 22, 32) aufgebracht ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktschicht (12, 22, 32, 42) mit einer Gefügestrukturierung ausgebildet ist.
2. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gefügestrukturierung derart ausgebildet ist, daß in einer Matrix (13, 23, 33) Teilchen (14, 24, 34) einer Größe zwischen 1 nm und 1 μ m dispergiert sind.
3. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil an in der Matrix (13, 23) dispergierten Teilchen (14, 24) zwischen 1 Vol.-% und 50 Vol.-% liegt.

4. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die dispergierten Teilchen (14) zumindest teilweise eine größere Härte als die Matrix (13) aufweisen und vorzugsweise aus Aluminiumoxid, Zirkonoxid, Yttriumoxid, einem Titanaluminid, einem Titanitrid und/oder einer Ruthenium-Legierungsphase gebildet sind.
5
5. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die dispergierten Teilchen (24) zumindest teilweise aus einem Festschmierstoff gebildet sind, der vorzugsweise Graphit ist.
10
6. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die dispergierten Teilchen (34) Ölkapseln bzw. Ölkavitäten sind.
15
7. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ölkapseln (34) einen Schmierstoff mit Antioxidantien und/oder antiadhäsiven Additiven umfassen und von einer Polymerhaut begrenzt sind.
20
8. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrix aus Silber oder einer Silberlegierung besteht und das Dispersionsgefüge galvanisch hergestellt ist.
25
9. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gefügestrukturierung aus einem Multilayer-Schichtsystem (42) gebildet ist, das aus aufein-
30

ander folgenden Schichten mit differierendem Chemismus besteht.

- 5 10. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktschicht (42) zu-
mindest bereichsweise eine Edelmetall-Deckschicht (43) aufweist, die aus Gold, Silber, Platin, Ruthenium, Palladium oder einer Legierung dieser Elemente besteht.

11.09.2002

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Elektrischer Kontakt

Zusammenfassung

15

Es wird elektrischer Kontakt, insbesondere ein elektrischer Kontakt eines Steckverbinders, vorgeschlagen, mit einem metallischen Substrat (11), auf dem eine Kontaktschicht (22) aufgebracht ist. Die Kontaktschicht (22) ist mit einer Gefügestrukturierung ausgebildet (Figur 2).

1 / 2

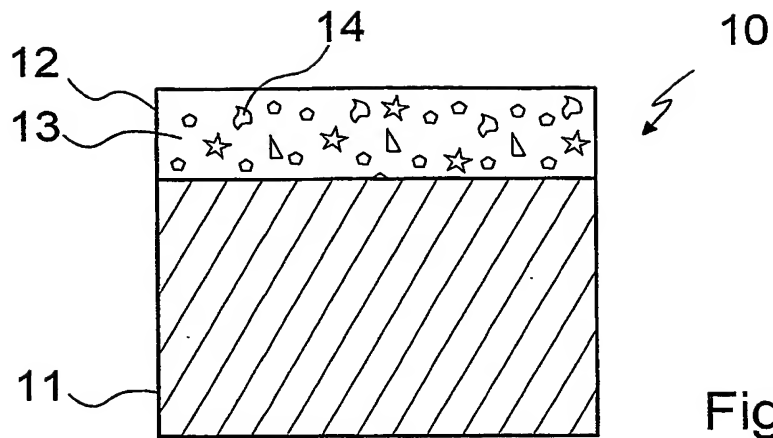


Fig. 1

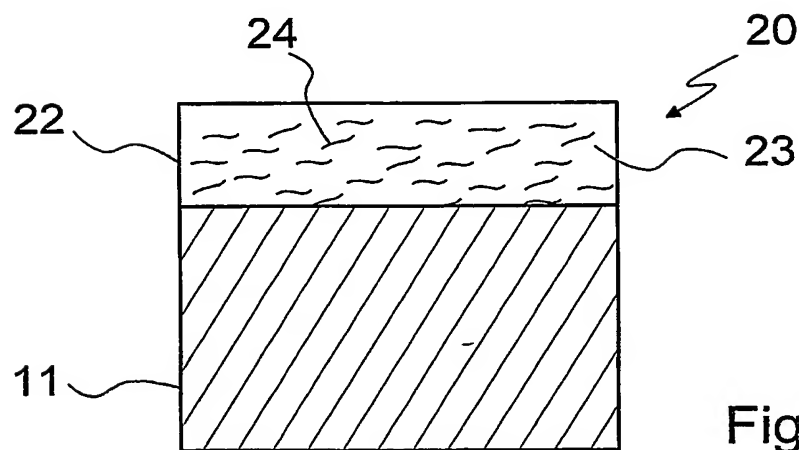


Fig. 2

2 / 2

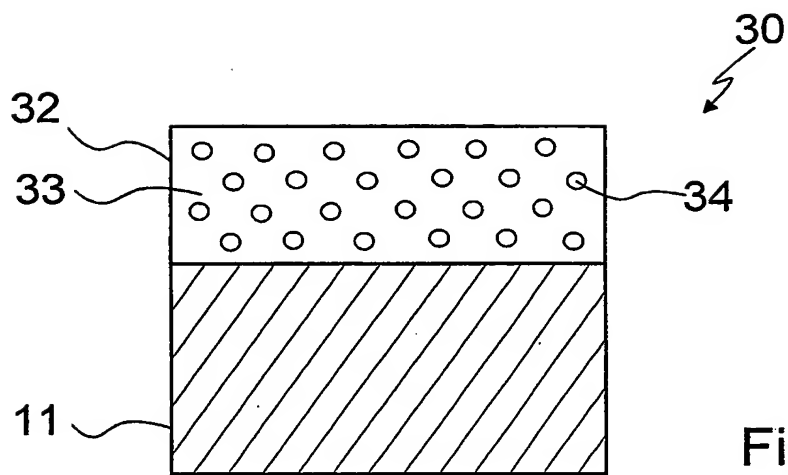


Fig. 3

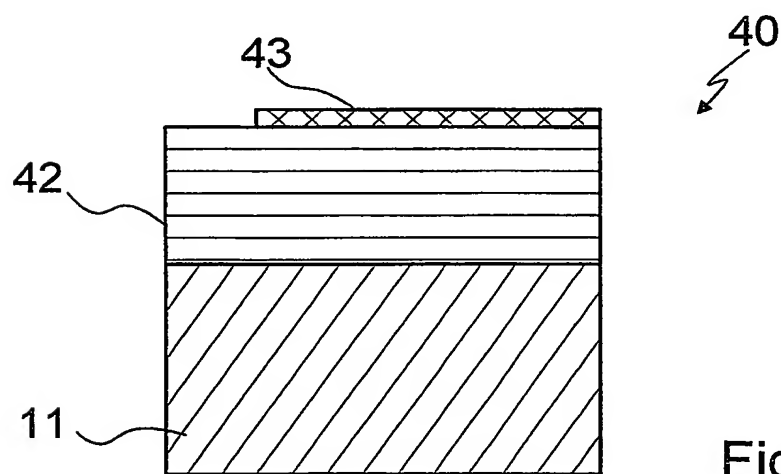


Fig. 4